主要瓜類蔬菜育種

蕭吉雄、楊偉正、沈百奎
台灣省農業試驗所

前言

瓜類蔬菜為台灣蔬菜作物中最重要的一群，在植物分類上屬葫蘆科（Cucurbitaceae），為一年生或多年生的蔓性草本植物，其中有九屬三十種已為人類所栽培，大都原產於溫暖之熱帶、亞熱帶地區，主要栽培地區分佈世界各地。經濟栽培的九個屬分別是冬瓜屬（Benincasa）、西瓜屬（Citrullus）、黃瓜屬（Cucumis）、南瓜屬（Cucurbita）、葫蘆屬（Lagenaria）、絲瓜屬（Luffa）、苦瓜屬（Momordica）、佛手瓜屬（Sechium）及蛇瓜屬（Trichosanthes）等，包括西瓜（含瓜子瓜）、甜瓜（含越瓜）、胡瓜、絲瓜（包括圓筒絲瓜及稜角絲瓜）、苦瓜、冬瓜（含節瓜）、扁蒲、南瓜、佛手瓜及蛇瓜，其中以西瓜、甜瓜、胡瓜、絲瓜及苦瓜在台灣較為重要，其中英名、學名、染色體數及原產地列於表 1.。根據 85 年版台灣農業年報之記載，西瓜、甜瓜、胡瓜、苦瓜、冬瓜及越瓜之種植面積為 36,699 公頃，若加上未統計在內的絲瓜（約 3,000 公頃）、扁蒲及南瓜，台灣全年瓜類之栽培面積應超過四萬公頃，見表 2.。瓜類作物除供作鮮食蔬菜及水果、飼料外，亦可作食品加工原料如醃製胡瓜及越瓜、冬瓜糖、冬瓜茶、苦瓜茶、扁蒲片乾，食用瓜子及南瓜子、西瓜子製油等，扁蒲及南瓜可加工作為觀賞藝品，絲瓜絡亦可作為洗滌或其他工業用品，絲瓜液為美容原料，用途甚為廣泛。本文僅就瓜類共同特性與西瓜、胡瓜、絲瓜及苦瓜之起源和重要植物性狀、開花習性、分類和雜交親和性、遺傳及育種情況加以概要介紹。

瓜類的共同特性

瓜類蔬菜在植物形態、生活條件的要求及病蟲害方面，有許多相同之處，因此在栽培技術上就產生了一些共同特點，它們在遺傳育種行為上也有許多相似之處。

一、植物形態上的共同性：瓜類根系一般都很發達，但容易木栓化，受傷後再生能力較弱，宜以育苗盤或育苗缽育苗。其次它們的莖絕大多數為蔓性，莖上有卷鬚，可以攀緣向上，爭取陽光，利用空間，充分發揮光合作用；又節上能生不定根，可以吸收水分及養分和防止風害。因此瓜類蔬菜可行棚架栽培，亦可行匍匐栽培。瓜類具有很強的分枝性，葉腋可生側蔓，側蔓的發生和瓜類的結果及整枝有密切關係。瓜類蔬菜基本上是雌雄異花同株的蟲媒花，容易自然雜交，採種時應設法防止。很多瓜類的性型具有相當可塑性，因此可以人為方法來控制其性型，不少瓜類具有單為結果性。

二、生活條件的共同性：瓜類蔬菜原產於熱帶，在整個發育過程，要求高溫，而不耐霜寒，因此栽培上都應在溫暖季節。瓜類一般要求晝夜溫差大，日照時數多，和強烈的光照，在陰雨連綿光照不足時，病害容易發生，產量大減，品質低劣。在低溫、短日照的情形下，可以促進雌花的分化和形成。瓜類為果菜，故在施肥方面除著重氮肥外，還必須適當配合磷鉀肥料，以提高產品之質量。此外瓜類蔬菜一般都要求土層深厚，排水良好，肥沃疏鬆的中性或微酸性土壤。

表 1. 重要瓜類蔬菜之中英名、學名、染色體數及原產地

中 英 名	學 名	染色體數 (2n)	原 產 地
1.Bitter gourd 苦 瓜	*Momordica charantia* L.	22	印度 中國南部
2.Bottle gourd 扁 蒲	*Lagenaria siceraua* (Mol) Standl.	22	印度、中亞
3.Cucumber 胡 瓜	*Cucumis sativus* L.	14	印度
4.Muskmelon 甜 瓜	*Cucumis melo* L.	24	印度、非洲
5.Pumpkin 南 瓜	*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.	40	南美洲
Squash 美國南瓜	*Cucurbita pepo* L.	40	北美洲
Squash or pumpkin or winter squash 印度南瓜	*Cucurbita maxima* Duch.	40	南美洲
6.Sponge gourd 圓筒絲瓜	*Luffa cylindrica* Roem. (syn. *L. aegyptiaca*)	26	印度
Ribbed or ridge gourd 稜角絲瓜	*Luffa acutangula* (Roxb.) L.	26	印度
7.Watermelon 西 瓜	*Citullus lanatus* (Thunb.) Matsumura and Nakai (syn. *C. vulgaris* Schrad.)	22	非洲
8.Wax or ash gourd 冬 瓜	*Benincasa hispida* (Thrnb.) Cogn.	24	東南亞

表 2. 台灣主要瓜類栽培面積的變化（公頃）

年份 作物名稱	69 年 種	74 年 植	79 年 面	84 年 積
西瓜	19,923	21,578	19,585	18,609
瓜子瓜	7,176	8,820	292	0
甜瓜（含香瓜）	9,125	8,887	9,243	10,707
越瓜	1,581	784	279	442
胡瓜	5,555	4,456	3,232	3,163
冬瓜	1,455	1,232	750	1,172
苦瓜	-----	1,963	2,207	2,606

註：資料來源為農業年報.（民國 77 及 85 年版）

三、遺傳育種的共同性：瓜類染色體通常不易和細胞質分離，且染色體很小，彼此不易分開。瓜類為雌雄異花的異交作物，蟲媒花，一般自交生長勢減弱不明顯，大部分的瓜類屬無限型生長，可以繼續提供花朵作為授粉之用，花朵相當大，人工授粉容易，一次授粉可獲得 20~500 粒種子，又具有雜種優勢，一代雜交種甚為普遍。瓜類的目標產物是瓜果，通常在開花結果後才能判定優劣再進行選拔，因此在選拔前需先授粉。

四、病蟲害的共同性：瓜類同屬葫蘆科，故有共同的病蟲害，危害瓜類最嚴重的病害有露菌病、毒素病、蔓枯病、蔓割病、白粉病、炭疽病、疫病、根瘤線蟲病、細菌性斑點病、青枯病等。主要蟲害有瓜實蠅、蚜蟲、薊馬、紅蜘蛛及斑潛蠅等。

起源及重要植物性狀

一、西瓜

西瓜別名水瓜、寒瓜，原產於熱帶非洲，一年生蔓性草本植物，根深而廣，主根深 1 公尺以上，側根平展可達 4~6 公尺，主要根群分布在地下 10~30 公分的土層內，西瓜根系不耐濕，再生力弱，植株蔓葉生長旺盛，當瓜苗本葉 5~6 片時，莖蔓開始匍匐地面，莖蔓有稜，徑粗約 0.5~1 公分，蔓上著生葉片處是節，節上易生不定根，瓜蔓上每一葉腋均著生有側枝（芽）、花及卷鬚等，卷鬚分叉，卷鬚能攀附其他物體，西瓜的蔓一般長 3-4 公尺，蔓的分枝性強，主蔓上能生子蔓，子蔓再生孫蔓，一般品種的葉多為掌形羽狀深裂,也有全緣葉，葉上密生茸毛，葉子大小、色澤隨品種而有差異。花為雌雄異花，花冠五裂、黃色。雄花花冠較雌花稍大。雌花子房下位，在雌花開放前，子房已相當發達，雌花的柱頭及雄花的花藥都具有蜜腺，能引誘昆蟲傳粉。西瓜一般約在 5 片本葉左右開始著生花蕾，先開雄花再開雌花，除著生雌花節位外，每一葉腋都著生一至數朵雄花。雌花在主

蔓上著生的節位，品種間有差異，同一品種在不同栽培條件下亦不相同。通常早熟品種自 5~7 片本葉時出現第一朵雌花，中熟品種 7~11 片本葉，晚熟品種 11~14 片本葉。此後，雌花每隔 5~9 片葉子著生一朵雌花。

果實係子房發育而成，由果皮、胎座（瓤肉）及種子三部組成，果實的膨大，主要是依靠細胞的增大。果實依品種不同，其形狀、皮色及肉色各異。果皮顏色變化很大，可分為綠、深綠、白、黑皮及花皮。果形以圓形及橢圓為主。肉色主要分為紅、粉紅、黃、橙黃及白。西瓜的種子為扁平的卵圓或橢圓形，無胚乳，種子由種皮和胚組成，種子表面有的品種平滑，有的品種有裂紋，三倍體及四倍體品種裂紋較明顯，西瓜種子的色澤有白色、淺黃色、淺灰色、紅色、褐色或黑色，大小因品種而異，每果種子數約 400~1000 粒。

二、胡 瓜

胡瓜又稱黃瓜、王瓜起源於印度或亞洲南部的森林潮濕地區，已有 3000 年以上栽培歷史。為一年生蔓性植物，具淺根性，通常主根向地下生長，並且不斷的分生側根而向四周水平伸展，主要根系分佈在距地面 20 公分以內，這種根系對水分及養分之吸收能力不強，其根系木栓化較早，再生能力差，斷根後不易發生新根。胡瓜蔓細、節間長，無限生長，莖的橫斷面呈四稜或五稜形，中空，莖上有刺毛，莖節上每一葉腋有葉片、花、側枝和卷鬚，莖的長短因品種類型和栽培條件而異。一般早熟品種莖短而分枝少，以主蔓結瓜為主，中晚熟品種莖較長且分枝多，以側蔓結瓜為主，或主蔓、側蔓均結瓜。葉互生，為掌狀全緣，呈五角形或心臟形，葉片大小、厚薄和葉柄長短因品種而異，葉表生毛刺，蔓葉脆弱，易受機械傷害。胡瓜基本上為雌雄異花同株，但也有出現其他類型之植株，一般情況下，雌雄異花同株品種先開雄花，以後再陸續開雌花。雄花較小，多為簇生，也有單生的，雌花較大，一般多單生，也有雙花或多花的，為子房下位，雌花出現的節位因品種（遺傳）和外界條件（溫度、日照、生長調節劑）而異，早熟品種在第 3~4 節就出現雌花，而中晚熟品種則在第 7~10 節才開始出現雌花。胡瓜果實由子房與花托共同發育而成，果面平滑或有稜、瘤、刺，刺有白黑兩種，刺瘤的大小、密度也依品種而異。果形為筒形至長棒狀，嫩果白色至綠色，成熟時變為黃白色或黃褐色，有時出現裂紋。種子扁平，長橢圓形，黃色或白色，每果約有種子 150~400 粒。

三、絲 瓜

絲瓜原產於印度，為一年生蔓性草本植物，根系分布深廣，再生能力較強，莖容易發生不定根，形成比較發達的根系，主根深達土層 1 公尺以下，但根的分佈深度在 10 公分以下 30 公分以上的土層中。莖蔓性、五稜、綠色，主蔓一般長 4~6 公尺，有的長達 10 公尺以上；各節腋芽能發生子（側）蔓，子蔓各節腋芽又能發生孫蔓，形成強大的莖蔓，抽蔓開始，各節還有花芽，發生雄花、雌花和卷鬚，卷鬚分叉。花黃色或淺黃色，雌花多單生，雄花為無限總狀花序，常數朵或十數朵形成一簇雄花群。葉互生為心臟形或多角形，呈掌狀分裂（ 3~7 裂）或不分裂，一般普通絲瓜較稜角絲瓜之葉深裂、葉色深綠色或淺綠色、密被茸毛。

普通絲瓜果實從短圓柱形至長棒形、綠色，表面粗糙，有數條墨綠色淺縱紋。稜角絲瓜果實呈棒狀、綠色，表面有皺紋，具 7~10 條稜，稜綠色或墨綠色，種子近橢圓形、扁平、黑色或灰黑色。稜角絲瓜種皮較厚，表面有皺紋，每果含種子約 60~150 粒。普通絲瓜種皮較薄，表面平滑或具翅狀邊緣，黑色或白褐色，每果含種子 100~400 粒。表 3.列出圓筒絲瓜及稜角絲瓜性狀上之差異。

四、苦 瓜

苦瓜又名錦荔枝、癩葡萄、癩瓜，原產於印度東部或中國南部之熱帶地區，為一年生蔓性植物，根系比較發達，根群分布寬達 1.3 公尺，深 30 公分以上。蔓細、呈五稜形，分枝性極強，母（主）蔓各節腋芽活動力強，能發生子（側）蔓，側蔓各節腋芽又能發生孫蔓，形成比較繁茂的蔓葉系統，各節除腋芽外還有花芽和卷鬚，卷鬚單生。葉為掌狀深裂，淺綠或深綠色，光滑無毛。花小，雌雄花單生，有時穗生，黃色，雌雄異花，先開雄花，後生雌花，雄蕊三裂離生，柱頭三裂，有時二裂，子房下位，雌花著生的節位因品種而異，一般主蔓 8~20 節發生第一朵雌花，側蔓 1~2 節即著生雌花，以後每隔 3~7 節再著雌花。果實多為紡錘形、圓錘形或長圓筒形，依品種而異，果實表面有縱向大小不規則的瘤狀或條狀突起；嫩瓜呈淺綠、深綠或白色，成熟後變為桔紅色，最後先端破裂，露出紅色種皮。種子扁平，稍厚，呈長卵形，具龜殼花紋、淺褐、深褐或黑色。苦瓜性喜溫暖氣候，耐熱、耐濕，適應性強，生長健壯、生長期長。

表 3. 圓筒絲瓜和稜角絲瓜的特性比較

特　性	圓　筒　絲　瓜	稜　角　絲　瓜
子葉色	濃綠，主脈銀白色	淡綠，主脈不呈銀色
本葉色	濃綠，苗期葉脈間銀白色	淡綠，苗期葉脈間不呈銀白色
葉　形	常 3~7 缺裂，缺裂較深	常呈 3~5 角形
開花時間	清晨至當日中午，低溫期延後	下午至晚上，低溫期延後
花瓣色	黃至深黃	淡黃
花冠大小	通常較大	通常較小
花　萼	僅雌花萼有腺體	雌雄花萼都有腺體
雄花穗	花數較少，花梗較短	花數較多，花梗較長
雄　花	較大，色較黃	較小，色較淡
果實表面	無稜角，具淺線條	有稜角 10 條，具橫皺紋
花　柱	較粗長，五裂各自分開	細短，五裂(2+2+1)
肉　質	較綿軟	較細脆密緻
老果纖維	疏而較軟，與果皮易剝離	較細密而硬，與果皮不易剝離
種　子	黑褐色，或黃白色，較薄，常平滑	黑色，較厚硬，較尖，表面凹凸紋
苦　味	通常不苦	通常不苦

花性、開花及授粉習性

一、西 瓜

西瓜為雌雄異花同株，通常為單性花，但也有部分品種為兩性花，花小黃色。通常西瓜在第 6~10 節著生第一朵雌花，以後每隔 5~9 節再生雌花，雌花數量占總花量的 1/20~1/10 。開花中期有的植株連續 2-3 節產生雌花。西瓜每天開花早晚與夜間溫度有關，開花時隨氣溫的逐日增高，開花時間也逐日提前，一般在早上 6 時左右開放，下午即閉花，陰天氣溫低、濕度大時，開花時間延遲。授粉效果以 6-9 時最好。西瓜開花後 3-5 分鐘出現花粉，即可進行人工授粉，授粉 3 小時後可完成受精，西瓜雌花受精後，子房迅速膨大，幼果密生茸毛，此時最忌碰傷，開花期天氣晴暖，容易受精結瓜。西瓜花粉發芽的適宜溫度為 25~30 ℃， 35 ℃以上可能就不發芽。授粉後 60 分遇上下雨，即使下雨時間很短（僅 30 分）雌花也不能受精結實。授粉前下雨，只要柱頭保持乾燥並授以乾燥的花粉，對受精和結實的影響不大。雌花開花當天在不同時間授粉，對結實力有一定的影響，剛開放的雌花是柱頭生活力最旺盛的時候，授粉結實力最高， 8~9 時受粉有較高的結實力。因此，清晨至上午 9 時前是授粉的適當時間，中午前後柱頭分泌粘液，影響授粉，10 時以後授粉，結實率明顯地降低。

二、胡 瓜

胡瓜通常為單性花，但具有兩性花的原始形態特徵，在花器分化過程中有的雌蕊退化，形成雄花；有的雄蕊退化，形成雌花；也有雌雄蕊都有所發育，偶爾形成不同程度的兩性花。胡瓜性型的分化和早熟高產有相當密切關係，其基本性型為雌雄異花同株（ Monoecious ）。胡瓜依其植株上花的性別及組合產生下列七種性型：

1.雌雄異花同株（ Monoecious ）：植株上有雌花和雄花，通常雄花常多於雌花，這是最常見的一種標準型。
2.雌性株（ Gynoecious ）：植株上著生的均為雌花。
3.雌花兩性花同株（ Gynoemonoecious ）：植株上為雌花和兩性花。
4.兩性株（ Hermaphroditic ）：植株上均為兩性花。
5.雄花兩性花同株（ Andromonoecious ）：植株上著生雄花和兩性花。
6.雄株（ Androecious ）：植株上全著生雄花。
7.雌花、雄花、兩性花同株（Trimonoecious）：植株上有雄花、雌花及兩性花。

胡瓜花冠黃色，雄花簇生性，雌花通常單生在葉腋，子房下位，有 3~5 子室，花柱短，柱頭三裂。胡瓜為蟲媒花，品種間自然雜交率高達 50-75%。胡瓜雌雄花分化的早晚、多少及其分布情形，常受到遺傳及環境的控制，可塑性相當強。花朵通常在清晨 5:30~6:00 時開放，花的壽命可延遲到當日下午。當花冠完全展開之際，即花藥開裂之時，而花粉通常在開花前一日的下午已有發芽能力。花粉壽命在自然狀態下於開藥後 4~5 小時即迅速失去其活力，溫度愈高愈早開裂。

一般在 15 ℃開始開花，17 ℃左右開始開藥，二者的適溫為 18~21 ℃，12.8 ℃以下就停止開花開藥。花粉發芽的溫度界限為 10~35 ℃之間，最適溫為 17~25 ℃。胡瓜在受粉後 4~5 小時花粉管即可達 2-3 ㎜，比南瓜慢但比甜瓜快。雌蕊於開花前兩天到開花次日均有受粉能力，雌花有時有單為結果性。

三、絲瓜、苦瓜

絲瓜和苦瓜為東方蔬菜，研究資料較少，但其開花及授粉習性和其他瓜類相似。絲瓜花為雌雄異花同株，花冠黃色，雄花為總狀花序，每花序十餘朵。普通絲瓜的花通常在清晨開放，花藥開裂與開花同時，柱頭有較長時間的接受力，花粉也有高的授精能力。稜角絲瓜在下午 4~5 時以後開放，黃昏時開放較多。絲瓜之花性主要受二對獨立的抑制基因（suppressor）A 及 G 所控制，A 抑制雄花而 G 抑制雌花的發育。如雌雄異花同株及三性株之基因型為(A – G –)，兩性花及雄花同株為(aa G –)，全雌株為(A – gg)，兩性株為(aagg)。

苦瓜為雌雄異花，先開雄花後再生雌花、花小、黃色；開花約在清晨 3:30~7:30，花藥開裂從深夜到上午 7:30 花完全開放，花粉活力很高（90~99％），但花粉發芽率僅 66~68 ％，柱頭在開花前及開花後 24 小時均有活力，為蟲媒花。

分類及雜交親和性

一、西 瓜

日本下間實(1963)引用 Cagniaux 及 Harms (1924)之文獻稱西瓜屬有四個種，*C. vulgaris* Schrad.（syn. *C. lanatus* (Thunb.) Mansf.）、*C. colocynthis* (L.) *Schrad.*、*C. ecirrhosus* Cogn.及 *C. naudinianus* (Sond.) Hook.，他認為一種果實具有苦味之 *C. vulgaris* 為西瓜栽培種之祖先，四個種均具染色體 2n=22。這四種均原產於非洲。前蘇聯福爾薩於 1972 年根據前蘇聯作物栽培研究所從全世界 60 多個國家收集來的 2000 多份栽培和野生西瓜樣本材料的試驗分析結果，按照生物學特性和形態特徵之差異，將西瓜屬分為四個種，五個亞種、七個變種。

1.普通西瓜 *C. lanatus*：一年生，原產非洲南部，但在埃及、亞洲中部、西部、南部分佈很廣。雌雄異花同株，花中等大小；葉大、綠色，呈圓形到卵形、三角形，具 3~5 個深裂；果實中到大果，果皮厚，果肉水分含量高，果肉顏色從紅、黃、粉紅、橙黃到白；種子由卵形到長橢圓形，具白或棕色種殼。種內包含了三個亞種；(1)毛西瓜亞種 *ssp. lanatus*，又分 3 變種。(2)普通西瓜亞種 *spp. vulgaris* 下有 2 變種。(3)粘仔西瓜亞種 *spp. mucosospermus* 含 2 變種。

2.藥西瓜 *C. colocynthis*：為多年生，原產於北非之沙漠地區，主要和 *C. vulgaris* 不同處，為植物器官之大小，葉小具狹窄之裂片、多毛、白灰綠色，花小，為雌雄異花同株；果實小通常不超過 3 吋，具海綿狀果肉，果皮、果肉均有苦味、有毒。種內包含了 2 個亞種；(1)藥西瓜亞種 *spp. stenotomus*。(2)淡藥西瓜亞種 *spp. insipidus*。

3.缺鬚西瓜 *C. ecirrhosus*：只有野生種，分佈於西南非之沙漠地區。植株營養生長之特徵和 *C. colocynthis* 相似，葉片更深裂且具濃密細毛，葉緣捲曲，自然環境下缺卷鬚，但人工栽培都能長出正常三叉卷鬚，果實近球形，果肉白色而苦，第二年才開花。

4.羅典西瓜 *C. naudinianus*：為多年生，雌雄異株，亦原產於西非之沙漠地區，和他種不同處在於葉如棕櫚樹之深裂，具濃密而細之絨毛，卷鬚不分叉，但在頂端略彎曲，果呈橢圓形、中到大型、皮薄、果肉軟而多汁，種子白色、在自然狀況下不發芽，第二年才開花。

二、胡 瓜

英國植物學家虎克（J.D. Hooker）在喜馬拉雅山南麓一帶發現了野生胡瓜。1970 年日本的尼泊爾及喜馬拉雅學術考察團再次發現了野生類型，並定名為 *C. sativus* var. *hardwickii* Kitamura，該野生種的染色體為 n=7，並可與栽培胡瓜品種正常雜交，中國科學工作人員也在雲南西雙版納地區發現比 *C. sativus* var. *hardwickii* 果柄稍短、果面密生刺瘤的野生種定名為 *C. yunannensis* Wu。胡瓜由於分布廣泛，在各地生態條件及人工選擇的影響下，形成了許多類型和品種，但種以下的分類方法並不一致。就世界各地胡瓜品種的形態特徵及其主要生態條件來分，有下列幾個類型。

1.歐美型：該型枝蔓繁茂，果實多短粗、瘤稀、黑刺，適露地栽培，現在多以一代雜交種用於生產。

2.北歐型（即 var. *anglicus* Bailey）：該型葉大枝旺，果實長而粗，果皮光滑，無刺瘤，種子少或單為結果。適應低溫弱光，對日照長短要求不太嚴格，多在溫室設施中栽培，現多為一代雜交種。

3.南亞型：該型果實粗而長，少或無刺瘤，果色較淺，耐濕熱，嚴格要求短日照條件。如錫金黃瓜（var. *sikkimensis* Bailey）及中國的版納黃瓜都屬此類型。本類型適南亞濕熱條件下的露地栽培，品種多半未經改良。

4.華南型：該型枝葉較繁茂，較耐濕熱及弱光，要求短日照，果實較粗短，刺瘤稀。

5.華北型：該型果實較細長、刺瘤密，對日照長短的要求不嚴格，抗濕熱性及耐弱光性都較差，但品質好。

6.其他類型：如小型乳黃瓜。

中國蔬菜栽培學則將胡瓜分類如下：

1.野生胡瓜：原產喜馬拉雅山區亞熱帶雨林氣候區。莖葉細小，分枝性強，間生雌花，九月開花。果實 12 月成熟，果實和種子均小，味苦不可食。在原產地為玉米田間雜草。

2.版納胡瓜：分布於雲南西雙版納至橫斷山區。蔓葉粗大，有分枝。嫩果乳白、淺綠或深綠色，有瘤和黑刺。熟果圓或短筒形，乳白、灰白、棕黃色，果面有淺或深網紋。熟果胎座呈橘紅色，4-5 室，肉質淡薄，可食。單果重 1-2 公斤，最大果重達 5 公斤。

3.小胡瓜：分布很廣，在中國南、北方均有種植，特別是沿海各地尤多。其生長勢較強，分枝多。早熟、花多果多。果實較小，刺密，皮薄瓤大，特別脆嫩。適以嫩果加工為各種高級小菜。

4.華南胡瓜：分布於中國西南、東南及長江流域。蔓葉較壯大，根群較發達。嫩果多是綠色黑刺品種，間有綠白、黃白或白色帶刺品種。果皮較厚硬，肉質中等。熟果黃褐色，有網紋。果形多筒狀，中小型。植株較茁壯，具有短日性，較耐低溫乾燥，抗病性較弱。

5.華北胡瓜：分布於中國黃河流域和北方各地。一般認為華北胡瓜系於公元前 122 年前後漢使由中亞波斯的 Bacteria（一說由新疆烏孫）引入。但與中國胡瓜原產地毗鄰，山水相通，民族雜居，也可能通過自然傳播，並且在自然和人工選擇條件下，形成華北胡瓜。華北胡瓜蔓細葉薄，生長勢較弱，根群稀疏，再生力弱。喜光、喜溫、喜濕，日照中性。果形長筒至棒狀或棍狀，大中型。嫩果多綠色白刺品種，果皮薄，肉質清香脆嫩，3 室。熟果黃褐至棕黃色，有的出現網紋。有不同程度的抗病性。

6.其他：中國各地也零星分布一些歐洲薄片胡瓜和泡菜胡瓜，北美和日本胡瓜。其中歐洲泡菜胡瓜較適大陸氣候。且多早熟豐產的優質品種，有一定的發展前途。

三、絲 瓜

絲瓜原產於亞洲之熱帶或亞熱帶地區，可能是印度。染色體 2n=2X=26 。絲瓜屬比較重要的四個種為 *Luffa cylindrica* (syn. *aegyptica)* 、*L. acutangula* 、*L. echinata* 及 *L. graveolens* ，前二者在一些國家已有經濟栽培。 *Luffa cylindrica* 在上午 4-8 時點開花，而 *L. acutangula* 則下午 5 點到晚上 8 點之間開花。以 *Luffa cylindrica* 為母本容易和 *L. acutangula* 雜交獲得種子，但 F_2 會有不穩性。兩者雜交 F_1 植株很多性狀均介於兩親之間，惟 F_1 果實具很強苦味。

四、苦 瓜

野生的 *Momordica charentia* var. *abbreviata* Ser.可能為苦瓜栽培種的祖先。目前廣泛分布在中國、馬來西亞、印度及熱帶非洲。 *Momordica* 屬包含有八個種，其中 *M. charentia* L.廣為栽培。此外尚有 *M. dioica* 、 *M. tuberosa (cymbalaria)*、 *M. balsamina* 、 *M. cochinchinensis* 、 *M. sebangulata* 、 *M. denudata* 及 *M. macrophylla* ，前兩種可食並有栽培。有人曾進行 *M. charantia* 及 *M. dioica* 雜交，但授粉 500 朵花均未結種子，在授粉後 2 小時花粉不發芽， 40 小時子房就乾枯， *M. dioica* 和 *M. balsamina* 雜交，授粉 400 朵花全部無法獲得果實及種子。 *M. charantia* 、 *M. dioica* 及 *M. cymbelaria* 三者雜交具不親和性。

瓜 類 遺 傳

俗語說：“種瓜得瓜，種豆得豆”，優良的品種總是可以得到較好的收穫，這種作物產生與自己或祖代性狀相似的後代，就是遺傳，這是生物界普遍存在的

現象。親代的性狀是經由染色體上的遺傳物質或基因傳遞到子代。因此瞭解控制作物性狀的遺傳行為，極為重要，性狀是受細胞質或細胞核上的基因所控制呢？或是受到細胞質及細胞核基因的共同作用呢?是一對或少數對主效基因（ major gene ）控制或多對的微效基因（ polygenes ）控制？它們的遺傳率如何?對立基因（ alleles ）的顯隱性關係為何？不同基因座（ loci ）間的基因的交感作用（ interaction ）又如何？基因間有無連鎖、互補、修飾、抑制、重複或累加的作用？瞭解基因的遺傳行為，對於擬訂育種計畫，及父母本的選定，族群的大小及採用何種育種方法等等將會有很大的幫助。通常如產量、品質、適應性、株高等等，是由微效基因所控制。目前已知瓜類重要性狀的遺傳仍嫌不足，茲摘錄西瓜、胡瓜部分基因及所控制的性狀於表 4.及表 5.，其中大寫英文字母表示為顯性基因，小寫英文字母為隱性基因。詳細請參考 HortScience 11(6)，瓜類遺傳協會會報（ Cucurbit Genetics Cooperative ）第 8 、 12 、 16 及 20 卷（胡瓜）； 10 、 14 及 18 卷（西瓜） 和 Genetic Resources of Cucurbitaceae 。絲瓜及苦瓜則因研究較少，僅列出少數性狀及可能控制之基因數目於表 6.及表 7.供作參考。

表 4. 西瓜部分基因及所控制之性狀：

基因符號	經　濟　性　狀
a	雄花完全花同株，對雌雄異花同株為隱性。
Af	對南瓜紅甲蟲有抗性。
Ar-1	抗炭疽病 race-1 。
Ar-2[1]	抗炭疽病 race-2 ，來自 PI 299379 及 PI 189225 。
bl	少側枝，僅普通的一半。
C	瓤肉呈 canary 黃，對粉紅色為顯性。
d	具點狀種殼。
db	抗蔓枯病，來自 PI 189225 。
dg	子葉及嫩葉延遲轉綠。
dw-1	短節間。
$dw\text{-}1^{s}$	短蔓，和 dw-1 為等位基因，蔓長介於正常株及叢生性植株之間。
dw-2	短節間。
e	果皮易裂，薄而脆。
f	果皮有溝紋，對光滑為隱性。
Fo-1	對蔓割病 race-1 有抗性。
Fwr	對西瓜瓜實蠅有抗性。
g	淡綠色果皮,，對濃綠果皮為隱性。
g^{s}	呈條紋綠色果皮，對濃綠色果皮為隱性，但對淡綠色果皮為顯性。

基因符號	經　濟　性　狀
go	老葉及成熟果實呈黃色。
gms	葉片無絨毛的雄不孕性。
I-dg	延遲轉綠之抑制基因對 dg 具上位性。
l	長型種子，對中等長為隱性。
m	綠斑果皮，果皮呈白綠色綠斑。
ms	雄不稔。
nl	葉片無缺刻，不完全顯性。
O	果呈橢圓形，對球形為不完全顯性。
p	果皮上有不明顯的鉛筆狀線條。
pm	對白粉病為感病之隱性基因。
r	種子紅外殼。
s	短型種子。
slv	幼苗葉片雜色化。
Sp	子葉、真葉及果實具斑點。
su	苦味抑制因子，果實不苦。
t	褐色種殼。
w	白色種殼。
Wf	白色果肉，對黃色及紅色為顯性，且對另一對控制果肉顏色的基因呈上位性。
y	黃色果肉，對紅色為隱性。
y^o	橙黃肉，和 y 為等位基因， Y(紅肉)對 y^o 為顯性，來自 Tendersweet Orange Flesh 。
Yl	黃色葉片，對綠色葉片為不完全顯性，來自 Yellow Skin 。

表 5.　胡瓜部分基因及所控制之性狀：

基 因 符 號	經　濟　性　狀
a	全雄性。
ap	花藥變成萼片的雄不稔性。
Ar	對炭疽病有抗性。
B	黑刺或褐刺對白刺為顯性。
B-2	黑刺，與 B 交感，產生 15 黑： 1 白之 F_2。
B-3	黑刺，與 B-4 交感，產生 9 黑： 7 白之 F_2。

基因符號	經濟性狀
B-4	黑刺，與 B-3 交感，產生 9 黑：7 白之 F_2。
bi	全株無苦味。
bl	在溫度變化太大時，植株缺少頂芽。
bla	鈍葉。
Bt	果實有苦味。
bu	叢生性，節間短。
Bw	抗細菌性萎凋病。
c	成熟果呈乳白色。
Cca	對 Target leaf spot 有抗性，抗性為顯性。
Ccu	對黑星病 (scab) 有抗性，抗性為顯性。
cd	葉綠素缺乏症。
cl	花閉症，雄花及雌花均不開放，為一種雄不稔。
cla	對炭疽病 race-1 有抗性，為隱性基因。
Cm	對 *Corynespora melonis* 有抗性，抗性為顯性。
Cmv	對 CMV 有抗性的基因之一。
co	綠花冠。
cp	叢生性，縮短節間長度，不易產生卷鬚，花小。
cr	葉片皺縮。
cs	心皮割裂。
D	果皮較沒光澤。
de	停心性，短主蔓。
df	在長日照下延遲開花，且與種子休眠有關。
di	對胡瓜斑點及條斑甲虫有抗性。
dl	延遲生長速度，下胚軸及第一節間變短。
dm	抗露菌病，數個抗露菌病基因之一。
dvl	葉片部分或完全深裂。
dw	矮性，短節間。
Es_{-1}	心皮各自分開，子腔有大或小空隙。
Es_{-2}	心皮各自分開，子腔有大或小空隙。
F	全雌性。
fa	扁平帶狀莖。
Fba	花蕾未開即掉落。

基因符號	經濟性狀
Foc	抗蔓割病，顯性基因。
g	下位葉黃化。
gb	果實小卵圓型。
gc	子葉金黃色。
gl	光滑葉，葉片缺絨毛。
gy	全雌性之隱性基因。
H	果實有密網紋。
I	有修飾P基因對果面刺瘤的作用。
In-de	對de（停心性）基因有加強作用。
In-F	對全雌性有加強效果。
l	心室數目，3心室對5心室為顯性。
lh	長胚軸。
ll	小葉但果實正常。
ls	對光敏感。
m	控制雄花完全花同株基因。
m_2	亦為控制雄花完全花同株基因，但果實大小正常。
mp	在同一節位上有多雌花性。
$Mp\text{-}_2$	在同一節位上有多雌花性。
$ms\text{-}_1$	雄不稔基因之一。
$ms\text{-}_2$	雄不稔基因之一。
n	果梗背地性。
ns	多刺，為隱性基因。
o	橙黃花冠。
p	黃色成熟果面有明顯的小結節。
pc	單偽結果性。
pl	子葉為致命的白綠色。
$pm\text{-}_1$	對白粉病有抗性之隱性基因。
$pm\text{-}_2$	對白粉病有抗性之隱性基因。
$pm\text{-}_3$	對白粉病有抗性之隱性基因。
pm	對白粉病有抗性之隱性基因。
pm-h	抗白粉病呈現在胚軸上。
pr	突起的子房。

基因符號	經濟性狀
psl	對細菌性角斑病有抗性。
R	成熟果呈紅色。
rc	子葉狹短而下捲。
ro	叢生性，短節間，葉如甜瓜。
s	控制果刺大小及密度。
s_{-2}	控制果刺和 s-3 共同作用，產生小而密的刺。
s_{-3}	控制果刺和 s-2 共同作用，產生許多小而密的刺。
sa	耐鹽性。
sc	發育不全的子葉。
Sd	抗二氧化硫。
sp	短葉柄，為正常葉柄長度的 20 %。
ss	果刺細小，對粗大果刺為隱性。
T	高大植株。
td	無卷鬚。
te	薄脆果皮。
Tr	雄花、雌花及完全花同株。
Tu	具刺瘤果實。
u	未熟果色一致性。
ul	雨傘葉，在相對濕度低時葉緣向下捲。
w	白色未熟果。
wf	白色果肉。
Wmv	對 wmv_{-2} 有抗性。
Wmv_{-1}	對 wmv_{-1} 有抗性。
yc_{-1}	黄色子葉，初期黄色後變綠。
yc_{-2}	黄色子葉。
yf	黄色果肉。
yg	未熟果呈黄綠色。
yp	黄色植株，葉淡黄綠色，生長緩慢。
zymv	對 ZYMV 有抗性，可能為不完全顯性。

表 6. 絲瓜部份性狀之遺傳

經濟性狀	控制基因
花冠色	單一基因。
果面	單一基因。
種子表面	單一基因。
苦味	單一顯性。
雄蕊形狀	單一基因。
雌雄花器	二對獨立基因。

表 7. 苦瓜部份性狀之遺傳

經濟性狀	控制基因
果皮	綠色對白色為單一顯性。
果肉	綠色對白色為單一顯性。
刺瘤	瘤狀突起對平滑為顯性。
苦味	有苦味對微苦為單一顯性。
種子顏色	深褐色對淺褐色為單一顯性。
種子大小	小種子對大種子為單一顯性。

育種目標

育種目標就是作物開始進行育種時，首先要決定作物的那些性狀需要加以改良，或者要選育具有什麼性狀的品種，目標若不明確往往徒勞無功，為擬定切合實際需要的育種目標，應先瞭解可能推廣地區的氣候、土壤及地形等自然條件，病蟲害和其他逆境發生的情形，農民栽培習慣，品種的分佈狀況，農業經營條件和社會條件以及現有品種的缺點，除外，尚需要有前瞻性，預估到將來農業生產技術及社會需求等產生變化時對新品種的性狀有什麼要求。俟育種目標確定後，就開始搜集或選擇適合育種目標的原始材料。

作物主要育種的共同目標，可說大同小異，不外乎增加單位面積產量，改善品質，增強對風土適應性及抵抗逆境的能力，提高對病蟲害之抗性與耐貯運性等等，但仍然會隨作物的種類，栽培地區及消費市場而異，並可能隨時代的改變而發生變化。例如日本西瓜育種目標為了其氣候條件及配合國內消費者的需要，以育成早熟、果形中小型、瓤質細緻、甜而多汁、種子中小形之一代雜交種為主。美國則以育成中晚熟、大果形、果皮堅硬、耐貯運、不易變質、種子大形、抗病性強的固定品種為主。本省西瓜育種目標除產量外，尚應考慮：1.土壤適應性。2.成熟期。3.抗病性。4.果形大小。5.果型。6.外皮顏色。7.果皮硬度及厚薄。8.瓤色。9.甜度。10.肉質。11.種子有無。12.抗逆境等條件。以育成產量高、生長

強健、適應性廣、早熟、果皮薄但耐運輸、品質好、肉色佳、甜度高而穩定、種子少或無、抗各種病害（毒素病、蔓割病、炭疽病、蔓枯病等），耐低溫之各種不同果型、肉色及外皮顏色的大小形西瓜一代雜交種。

美國之胡瓜主要有鮮食用，即所謂之 slicing cucumber 及加工用之 pickling cucumber 兩種，兩者之育種目標的共同性，如高產、適應性廣、抗病蟲性（如毒素病、白粉病、露菌病、炭疽病、黑星病、青枯病、細菌性角斑病、根瘤線蟲病、target leaf spot 、胡瓜甲蟲、蚜蟲、葉蟎、粉蝨）、無苦味外，加工品種尚需要適合機械採收、品質適合加工、具穩定之全雌性、結果數多。而 slicing cucumbr 要求果形端直、刺少、果色濃綠無條紋，最近矮性品種亦受到注意，兩類型均以育成一代雜交種為主要趨勢， 1987 年美國胡瓜育種家在引進胡瓜種源中，希望加以評估的性狀，列於表 8.。日本之胡瓜育種目標則以育成節成性、果實大小整齊一致、外形美觀、果色鮮綠、抗病性（毒素病、白粉病、露菌病、蔓枯病等）、高品質、溫室栽培之花瓜一代雜交種為主。台灣之胡瓜有大瓜、花瓜及加工用品種三種類型，除一些共同育種目標外（如抗病、豐產、高品質、適應性強），大瓜需要果色黑綠色或清綠色、肉厚、瘤刺少，雌花形成不受日照影響，早熟、味甜、無苦味、耐貯放。花瓜需雌花比率高、果實大小整齊一致、果色淺綠色、肉質脆嫩、皮薄、耐熱、耐寒等，而加工用品種則要求果形中等大，大小整齊、含水量少、肉厚、適合加工且加工成品比率高。三類型均以育成一代雜交種最普遍。

絲瓜之育種目標以育成豐產、生長勢強、早生、適應性廣、耐寒、抗病（病毒病、露菌病、蔓割病、白粉病等）、抗蟲（瓜實蠅、紅蜘蛛、蚜蟲等）、雌性強、雌花形成不受日照及溫度影響、果實品質佳、無苦味、煮後清脆、不易變黑、果形端整、不易裂果、肉厚、纖維老化慢、味甜、耐貯運、果皮濃綠或淺綠（黃）色等為主。苦瓜除育成豐產、生長勢強、適應性廣外，尚需考慮雌性強、早生、果形端整、苦味淡、肉白而厚、耐壓、耐運輸、抗病（蔓割病、露菌病、病毒病）及抗瓜實蠅等目標。

表 8. 胡瓜育種者在所收集之胡瓜材料中願意評估的性狀優先順序

Table 8. Traits in the plant introduction collection of cucumber that cucumber breeders would like evaluated (listed in order from 1987 survey).

Rand in survey		
1987	1985	Trait
1	7	Gummy stem blight resistance*
2	5	Root knot nematode resistance*
3	15	Alternaria leaf blight resistance
4	3	Rhizoctonia fruit rot resistance*
5	12	Heat tolerance
6	2	Anthracnose resistance*
7	26	Pythium cottony leak resistance
8	1	Fruits/plant (combining ability in gynoecious hybrid)*

Rand in survey 1987	1985	Trait
9	8	Downy mildew resistance*
10	6	Fruit seed cell size
11	14	Cold shock resistance
12	11	Pickle worm resistance*
13	17	CMV resistance
14	18	WMV-1 resistance
15	19	WMV-2 resistance
16	16	ZYMV resistance
17	23	Drought resistance
18	25	Earliness (no. oversized fruits in single-harvest trial)*
19	20	Angular leaf spot resistance
20	22	Cold germination
21	21	Target leaf spot resistance
22	13	Salt tolerance*
23	4	Fruit shape (appearance, not length/diameter ratio)
24	9	Powdery mildew resistance
25	10	Fruits/plant (actual)
26	28	Days to first flower
27	24	Branching habit
28	27	Cucumber beetle resistance
29	29	Daylength response
30	-	Unique character (character not previously documented)*
31	33	Scab resistance
32	-	Spider mite resistance
33	31	Fusarium wilt resistance
34	32	Bacterial wilt resistance
35	30	Verticillium wilt resistance
36	-	Nutritional value
37	-	Parthenocarpic tendency
38	-	Cold vigor
39	-	Brinestock quality
40	-	Sex expression
41	-	Cold vigor
-	-	Beet pseudo-yellows virus (cucumber yellows)
-	-	Rhizoctonia seedling damping-off resistance
-	-	Air pollution resistance

*Trait currently being evaluated, or evaluation completed.

-Not on trait list for survey.

資料來源：美國瓜類遺傳協會會報 11 卷.

育種方法

瓜類蔬菜除甜瓜的經濟栽培品種有雄花完全花同株（andromonoecious）外，其餘均為雌雄異花同株（monoecious），因此育種時，可應用異交作物的育種方法，而瓜類自交時發生自交劣勢的情形不明顯，故亦可參考自交作物的育種方法。因此瓜類蔬菜的育種方法有選種法（單株選種、混合選種、輪迴選種）、雜交育種、回交育種、倍數體育種及一代雜交育種法等，見表 9.。但根據 1988 年美國 Wehner 博士進行6個公家機關及11 家私人種苗公司的胡瓜育種者所採用之育種方法的問卷調查，其中以譜系法（pedigree）及回交育種法（backcross）應用最多，其次為自交回交法（inbred-backcross）及單籽後裔法（single-seed descent），輪迴選種則較少應用，請參考表 10.，而最終之育種產品則以一代雜交種（hybrid cultivar）最普遍，尤其私人種苗業者大都以一代雜交種為最終產品推出，其次則以自交系作為種原或品種方式推出，而以多系品種（multiline culitvar）或合成品種（synthetic cultivar）推出的情形較為少見。本文為減少篇幅，謹以西瓜倍數體育種（圖 1.）、回交育種法轉移胡瓜全雌特性(表 11.)為例及一代雜交育種法來說明，其他育種方法，請參考本研習會中相關各章講義。

表 9. 自花及異花授粉作物之育種方法

自花授粉作物	使用情形	異花授粉作物	使用情形
1.引種	用	1.引種	用
2.選種		2.選種	
(1)混合選種	偶用	(1)混合選種	常用
(2)純系或單株選種	常用	(2)單株選種	僅為 F1 親本之用
(3)輪迴選種	偶用	(3)後裔選種與系統選種	用
		(4)輪迴選種	用
3.雜交育種		3.雜交育種	
(1)譜系法	用	(1)譜系法	少用
(2)混合法	用	(2)混合法	用
(3)單籽後裔法	用	(3)單籽後裔法	少用
4.回交育種	用	4.回交育種	用
5.一代雜交育種法	偶用	5.一代雜交育種法	常用

表 10. 1987 年調查美國 6 個公立機關及 11 家私人企業機構的胡瓜育種者所採用之育種方法

Question / Answer		Ranking of responses	
		Public	Private
Average ranking of breeding methods:			
Pedigree (cross, select, self)		1.2	1.4
Backcross (cross, select, backcross)		1.3	1.6
Inbred-backcross (cross, BC, self, self, sel.)		2.0	2.0
Single-see descent (cross, self, self, sel,)		2.3	2.4
Recurrent selection (RS)	-half-sib	2.7	3.3
	-full sib	3.2	3.1
	-S_1 line	2.5	3.3
	-S_2 line	3.0	3.5
Mass selection (single-plant RS)		2.8	3.1
Pure-line family (cross, bulk, self, sel.)		3.3	3.3
Reciprocal recurrrent selection		3.5	3.6
Objective for release of germplasm types:			
Inbred line (germplasm)		2.0	2.8
Population (germplasm)		2.7	3.6
Hybrid cultivar (2-4 inbreds crossed)		2.0	1.1
Inbred or line cultivar (from selfing)		2.5	2.6
Open-pollinated cultivar (from mass sel.)		3.5	3.3
Multiline cultivar (mixture of isolines)		3.5	3.7
Synthetic cultivar (>3 inbreds intercrossed)		3.8	3.6

[a] Importance was rated 1 to 4 (1=frequent, 2=occasional, 3=rare, 4=never)

資料來源： Todd C. Wehner (1988) CGC 11:10

一、倍數體育種

瓜類之倍數體育種以西瓜最為成功。育成三倍體無子西瓜的理論，首先由日本木原均博士提出，其育成之步驟包括：

1.二倍體普通西瓜優良品種自交系的育成。

2.優良二倍體自交系用 0.15~0.4%的秋水仙素處理以獲得四倍體的自交系。處理方法可用秋水仙液浸漬幼苗或種子或在幼苗的生長點置放含有秋水仙液之棉花球。所用秋水仙素之濃度視溫度而異，高溫時濃度宜低，低溫時濃度稍高。

3.以四倍本為母本，二倍體為父本進行雜交，以獲得不同三倍體雜交組合的種子。

4.種植不同雜交組合之三倍體西瓜，在開花期授以普通二倍體西瓜之花粉，促使三倍體無子西瓜果實肥大。經過植株性狀及果實特性調查後，選拔最優良之四倍體

及二倍體親本並推廣其雜交組合。詳細之育成方法可參考郁宗雄(1971)無子（三倍體）西瓜生產之理論與實際，科學月刊 2(5):11~13 。

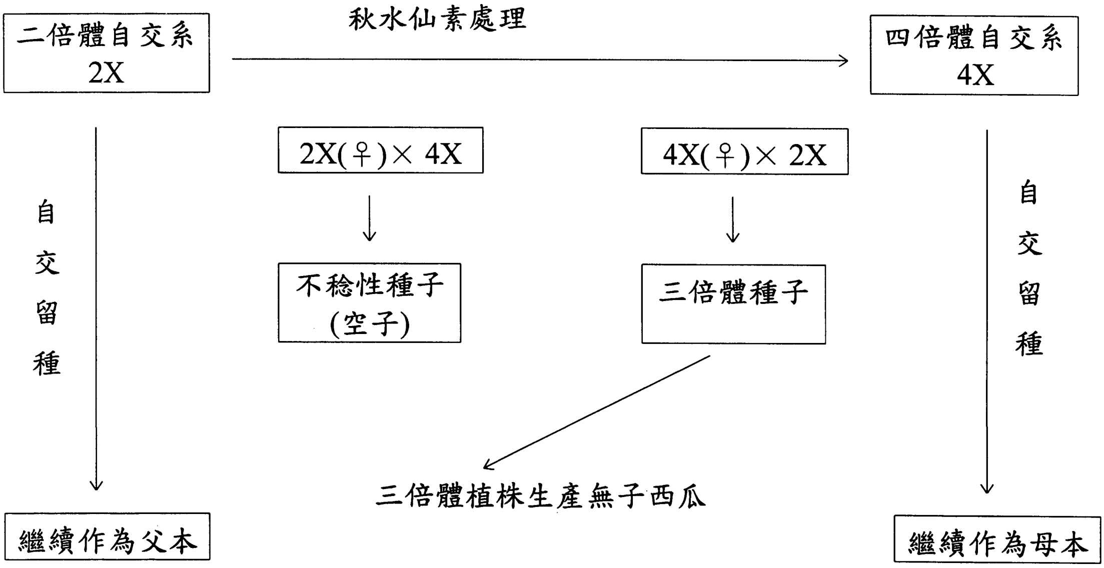


圖 1. 生產三倍體無子西瓜雜交種子之流程

二、一代雜種育種法

瓜類的一代雜種普通具有生長快速、植株強健、早熟、整齊、品質優、抗病性強及豐產等不同程度的雜種優勢（ hybrid vigor 或 heterosis ），利用雜種優勢的育種法稱為一代雜種育種法或優勢育種。瓜類因花大，不需去雄，一次授粉可獲得數十到數百粒種子，因此自 1930 代以來，就逐漸風行起來。目前西瓜、胡瓜、甜瓜、南瓜、苦瓜和絲瓜在台灣已普遍利用一代雜種，其他瓜類亦將陸續流行。一代雜交種的生產依所用親本的純度可分為品種與品種間、品種與自交系間、自交系與自交系間之雜交種，依所用自交系的數目作為雜交組合的親本，而有單交種（ single cross ）、三交種（ triple cross ）、雙交種（ double cross ），一代雜種之育成步驟茲簡述如下：

1.選育優良自交系：首先要選擇優良的自然授粉品種或雜交種等作為育成優良自交系的親本材料，則獲得優良自交系的機會較大，最好這些親本材料先經過初步品種間組合力測驗或品種比較試驗之後，才選定較有希望的數個品種為育成自交系的基礎材料。然後在選定的優良品種或雜交種中進行優良單株選拔並分別套袋自交，每一品種或雜交種內應選自交株數，視供試材料而異，一般從數株到數十株不等。最後再根據選育目標性狀進行各自交系比較，逐代行系間淘汰一部分系內普遍生長不良或無可取之經濟性狀的不良自交系。而從其餘較佳之自交系分別選取數株到數十株自交，如此一方面自交並進行淘汰，每一自交系的種植株數可隨株系數的減少而稍為增加，通常需自交 5~6 代以提高同質結合體的比率。

2.進行組合力檢定：瓜類自交系組合力的檢定方法，可以用頂交（top cross）、單交（single cross）、測交（test cross）及全互交（dialle cross）等方法，以選出最好的雜交組合及其親本。上述自交系的選育，僅根據自交系本身表現的優劣作為選擇的標準，組合力檢定即以自交系作為親本所組合的雜交種的表現作為進一步選擇之依據，從中選出最優的雜交組合。為了節省人力、物力，在眾多的自交系中，早期世代先以頂交法再次淘汰大部分一般組合力欠佳的自交系，僅選留少數自交系，再以單交、測交、全互交等方法選出雜種優勢最高的雜交組合及其親本自交系。

(1)頂交法：是以遺傳基礎較廣泛的自然授粉品種或雜交種作為父本檢定親（tester），與各個自交系雜交，由各個自交系與檢定親雜交所獲得之雜交組合的種子進行有重複之產量及其他園藝性狀之比較，以判定各受檢自交系一般組合力之優劣，作為自交系選留或淘汰的標準。進行頂交檢定若能多用幾個品種或雜交種作為檢定親，其結果應會比只用一個檢定親可靠，但需增加工作量。

(2)單交法：是將經過頂交檢定測試所選留之優良自交系，按育種目標及重要性狀的遺傳規律，進行可能之單交組合，這是用得很多，且比較省工的組合力測試方法。經過有重複之產量及其他園藝性狀比較試驗後選出雜種優勢表現最佳的單交組合，這種方法的優點是簡便易行，但有漏配最優組合的可能性。

(3)測交法：以二至三個自交系為檢定親，與受檢之各自交系進行測交，而後將所獲得之測交種組合進行有重複之田間比較試驗，依據試驗結果，分析各受檢自交系之一般組合力及其與檢定親間之特殊組合力。

(4)全互交法：這種方法可以測定一般組合力（general combining ability）及特殊組合力（specific combining ability），且能較準確地選出最優組合的方法，缺點是需要配成的組合數較多，若自交系數目很多時，則不適合。全互交法是一個自交系分別與其他所有自交系雜交，此處所稱之全互交不包括反交及自交。其組合數可由公式 $n = 1/2p(p-1)$ 來計算，式中 n 代表組合數，p 代表自交系數目。一般組合力係指數個自交系或品種相互雜交，其中每一自交系或品種與其他自交系或品種雜交所得的 F_1 組合之某一特性的平均值，通常以離均差來表示。特殊組合力則指某一雜交組合的組合力與兩親本的一般組合力之和的離差。將全互交所得之雜交組合進行田間產量比較等試驗，以選出最佳之雜交組合。

3.確定自交系間的組合方法：在選得優良雜交組合及其親本自交系後，尚需進一步瞭解各自交系的最佳組合方式，以期得到生產力最高的雜種，在可能的範圍內運用具有全雌性（gynoecious）的瓜類自交系為母本，或雌雄異花同株之甜瓜品系為母本以節省採種之成本，除外，尚需考慮下列原則，若親本自交系本身生產力差異大時，以選高產者作為母本，雙親經濟性狀差異大時，以優良性狀較多者為母本，

選擇採種量高的自交系為母本，若有苗期隱性性狀之自交系宜用為母本，方便在幼苗期淘汰非雜交種以提高種子純度，父本則應選能產生大量花粉能力之自交系或父本的開花期較母本為長，且開花期較早者。再者，根據生產一代雜交種所用之親本自交系數目，來決定生產單交種、三交種或雙交種，亦均需列入考慮。

表 11. 利用回交育種法將全雌性基因導入普通品種

Table 11. The backcross method as illustrated by the addition of the gene F for gynoecious to the monoecious cucumber.

世　代	工　作　項　目	育　種　過　程
親　本	雜　　交	全雌品系 × 普通品種 (非輪迴親) (輪迴親) FF ff ↓
F_1	回　交　輪　迴　親	異質結合全雌株 × 輪迴親 Ff ff ↓
BC_1	淘汰非全雌株（ff） 選拔全雌株並回交輪迴親	ff、Ff × ff ↓
BC_2	同 BC_1	ff、Ff × ff ↓
BC_3	同 BC_1	ff、Ff × ff ↓
BC_4	同 BC_1	ff、Ff × ff ↓
BC_5	同 BC_1	ff、Ff × ff ↓
BC_6	選拔全雌株並自交，淘汰非全雌株。	ff、Ff ↓ ⊕
BC_6F_2	全雌株以約 250ppm 之硝酸銀處理，誘致產生雄花，分別單株自交。	FF 、 Ff、 ff ↓ ⊕ ↓ ⊕
BC_6F_3	單株自交後裔檢定，調查各單株後裔之花性是否分離，若會分離表示其親代為異型結合全雌株，應予淘汰。	FF ， FF 、 Ff 、 ff 不分離　會分離產生非全雌株

重要成就

一、西瓜

1.抗蔓割病育種：

育成抗病品種為西瓜過去最重要的成就，其中尤以抗蔓割病及炭疽病育種成果最為顯著。西瓜蔓割病，也叫西瓜萎凋病，是西瓜最具破壞性的一種病害，最明顯病徵是全株葉片萎凋，最後整株死亡，本病由鐮胞菌為害所引起，病原名稱為 *Fusarium oxysporium F.* sp. *niveum*，可經由土壤或種子傳播。台灣過去一直以扁蒲或南瓜為砧木嫁接西瓜，最近有人以抗病西瓜作砧木嫁接西瓜為主要防治對策，但因扁蒲或南瓜砧木會影響西瓜品質，並且嫁接也增加生產成本，栽培抗蔓割病品種才是永久之計。美國農部的 W. A. Orton 原是一位植物病理學家後來轉為作物育種家，他首先提出西瓜抗蔓割病可以從不能吃的野生種轉移到園藝性狀良好的西瓜栽培品種上。不能食用但對蔓割病有抗性的半野生西瓜－ Citron 和感病的栽培品種 Eden 雜交，其 F_1 生長勢特別旺盛且對蔓割病有抗性，F_2 及其高級世代經抗性檢定及選拔，在 1911 年選育具有高度抗病性且園藝性狀不太差的品種－Conqueror，不幸的是 Conqueror 的園藝性狀並不能讓消費者滿意，雖然如此，但也導致美國種植西瓜各州的農業試驗場開始以育成抗蔓割病的西瓜品種為主要育種目標，同時也開啟了經由野生種轉移抗病性到商業品種的大門。美國西瓜蔓割病的問題雖不能說完全解決，但至少已有相當程度的進展。此後在愛俄華、佛羅里達及加州的西瓜抗蔓割病育種材料，已廣被應用在其他地區的抗病育種上。如 Iowa Belle,Charleston Gray 及 Jubilee 即有 Conqueror 之血統。而愛俄華試驗場將原來不抗病的 Kleckley Sweet 品種在發生蔓割病嚴重的西瓜田，選拔了抗病的 Kleckley Sweet，此後育成的 Leesbury, Charleston Gray, Jubilee, Taxas W5 及 Florida 124 都帶有 Kleckley Sweet 的血源。1936 年自澳洲引進的 Hawkesbury 為一抗蔓割病很強的商業品種，由於此一品種之引入美國，而育成了 Texas W5 和 Florida 124 進而育成目前抗病性最強之 Galhoun Gray 及 Summit。其他之抗病品種如 Sugarlee, Dixielee, Smokylee, Charlee, Minilee, Mickylee 及 SSDL 等都有 Texas W5 之血統。Dixielee 之育成過程，請見圖 2.。

2.抗炭疽病育種：

另一個西瓜之重要病害為炭疽病（anthracnose），病原為 *Glomerella lagenaria*，此一病害在高濕地區特別嚴重。抗病材料來自非洲，其中 African 8 抗 race 1 及 race 3，African citron W-695 抗 race 2，這些抗病材料與商業品種雜交後，F_1 均呈抗病，顯示抗病性為顯性，已育成的抗病品種有 Congo、Fairfax、Charleston Gray 等。而 Congo 及 Charleston Gray 抗 race 1 及 race 3，由於 Charleston Gary 具抗炭疽病特性，二十多年來在美國一直為最受歡迎的西瓜主要栽培品種。

3.無子西瓜育種：

三倍體無子西瓜是日本遺傳學家，京都大學的木原均（H. Kihara）教授首先在 1939 年提出，但是因為三倍體無子西瓜種子昂貴，並且發芽困難，必須特別照顧，因此無子西瓜在美國及日本並未普遍生產。民國五十年台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所首先育出鳳山一號三倍體無子西瓜推廣，本品種生長強健，結果力極強，產量很高，一公頃產量有高達九萬公斤者。屬中晚熟，果型近球型，果重達 6~8 公斤，最大可至 12 公斤，瓤色深紅，糖度可達 13 ^{0}brix，白色秕少而小，品質極優良，推廣後甚受農民及消費者歡迎，也曾大量外銷香港、新加坡等地，為當時主要外銷的西瓜品種。目前國內私人種苗公司育成的無子西瓜品種甚多。

4.另外，農友種苗公司在 1973 年育成之西瓜品種金蘭，於 1974 年全美園藝新品種比賽大會（All-American Selection）獨獲西瓜銅牌獎，為本省蔬菜品種第一次在國際大賽中得獎。此品種生長強健，適合各種土壤栽培，結果力強，產量豐高，早熟，果實球型或微長，果重 3 公斤，果皮極薄，瓤肉黃金色，脆爽細緻，汁多無渣，糖度達 11~13 ^{0}brix，種子少。農友種苗公司育成之黃皮紅肉的品種'寶冠'，在 1991 年全美園藝新品種大賽中再度獲得優勝獎，此一成就震撼西瓜育種界，本品種對炭疽病、白粉病及病毒病（WMV-2）之抗病性強，結果很早，成熟期亦早，結果力很強，果皮金黃色，呈橢圓形，果重約 2.5 公斤左右，糖度 12 度左右，肉質細爽多汁，種子小而不多，果皮薄而硬，相當耐運輸。此外其他私人種苗公司育成之各種西瓜品種，成果極為顯著，種子並大量外銷。

二、胡 瓜

1.抗病毒病育種：

1926 年 R.H Porter 最先發現 Chinese Long 對胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus, CMV)具有抗性。後來，Doolittle 等人報告說日本品種 Tokyo Long Green 對 CMV 也有抗病性。但首先成功的利用這些抗病材料育成適合在美國栽培的胡瓜品種是康乃爾大學作物育種系的 H. M. Munger 博士(圖 3.)。他不僅育成了 Tablegreen 及 Marketmore 系列的鮮食用品種，他亦將選育適合加工的抗病品系轉送給俄亥俄州立大學的研究人員，俄亥俄州立大學育出 Ohio MR17 及其它相關品系。這些俄亥俄州立大學育成的品系後來又作為威斯康辛大學植物病理學系的 J.C.Walker 育成 SMR18 及其它抗病品系的材料。這些抗病毒病加工品種的育成，確實拯救了 1950 年代威斯康辛州及密西根州的加工胡瓜產業。威斯康辛大學的品系再度被密西根州立大學用來育成具有抗病毒病及全雌性的品系，並以此品系用作生產一代雜交種之親本。此後威斯康辛品系又被 Clemson 大學的 W.C.Barnes 用來育成抗多種病害的胡瓜品系。Clemson 大學所育出的 GY14 是一具有廣泛適應性且同時對南方及北方重要胡瓜病害有抗性的全雌性品系。另一個很典型的例子是 Clemson 大學過世的 W. C. Barnes，利用自外國所引進材料作為抗病品種的選育，他自印度的種原（PI 197087）成功的轉移抗炭疽病和露菌病的特性到加工及鮮食的胡瓜商業品種中。

2.抗露菌病育種：

露菌病（ Downy mildew ）為胡瓜栽培最主要病害之一，在高濕而溫和的氣候條件下尤為嚴重，世界各胡瓜產區均普遍發生，由於露菌病在美國大西洋沿岸各州相當嚴重， Cochran (1937)利用印度一個品種Bangalore與一些Slicing及Pickling品種雜交，在 F_2 發現有與親本相同抗病程度之後代。南卡州農業試驗場的Tenkins發現 China 及 Puerto Rico 37 具有高抗性，經與感病品種雜交， F_1 之抗病性介於兩親中間，在 F_2 得一些抗病株。 Barnes 等繼續此項工作，在 1948 年推出 Palmetto 品種，除具抗露菌病外亦有良好之商業性狀。 Palmetto 係抗病品種 Puerto Rico 40 和感病品種 Cubit 雜交經八代的選拔所獲得對露菌病有高抗性且具優良園藝特性的品種，抗病性由數對遺傳基因所控制，其他商業品種，中抗的有 Santee ， Ashley 等品種，高抗品種有 Poinsett ，此外， Tablegreen 86 ， Marketmore 76 等亦有抗病性。

3.抗黑星病育種：

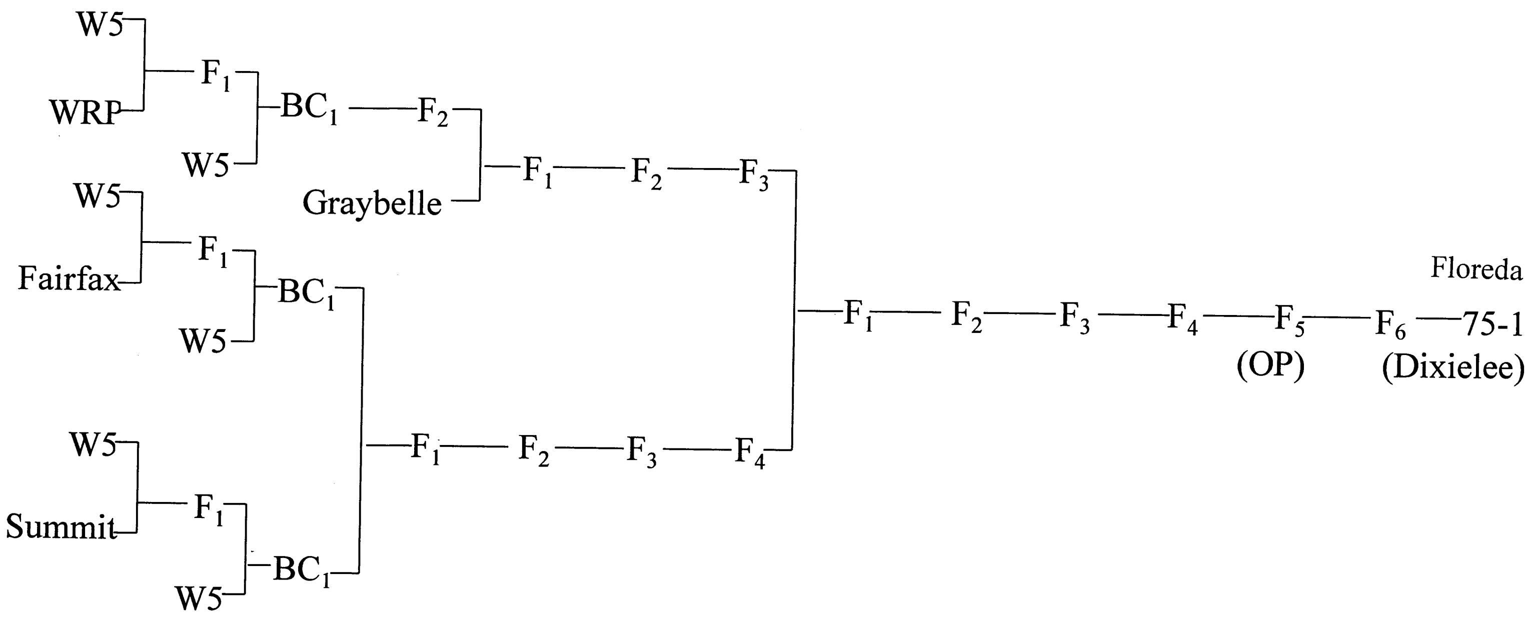
黑星病（ Scab ）在美國北部各州及加拿大和歐州西北部的國家極嚴重，在冷涼多霧之氣候較易發生。 Bailey 等人(1935)在篩選二十幾個品種中，發現 Longfellow 的一些單株有抗性，經自交後認為抗病性係單一顯性。 Bailey 在 1938 年及 1947 年育成兩個抗病品種 Maine 2 及 Highmore 。 Highmore 係 Longfellow 雜交 Chicago Pickling 後再與 Straighe-8 雜交並經兩次回交 Straighe-8 而選得。 1953 年 Walker 育成兩個抗病的 Pickling 品種， Wisconsin SR 6 及 Wisconsin SR 10 ，此兩品種係抗病之 Maine 2 和感病之 National Pickling 雜交後再回交 National Pickling 所選出。 1954 年 Walker 等又選育二個抗 Scab 及 CMV 的加工品種 Wisconsin SMR 9 及 Wisconsin SMR 12 。 1958 年 Walker 再育成 SMR 15 及 SMR 18 ，其果型及株型均較 SMR 9 及 SMR 12 為佳，其他抗病品種有 Marketmore 、 Tablegreen 65 、 Poinsett 76 、 SR 551 ，日本之品種如加賀節成、雙羽節成均為抗病品種。

4.全雌性胡瓜育種:

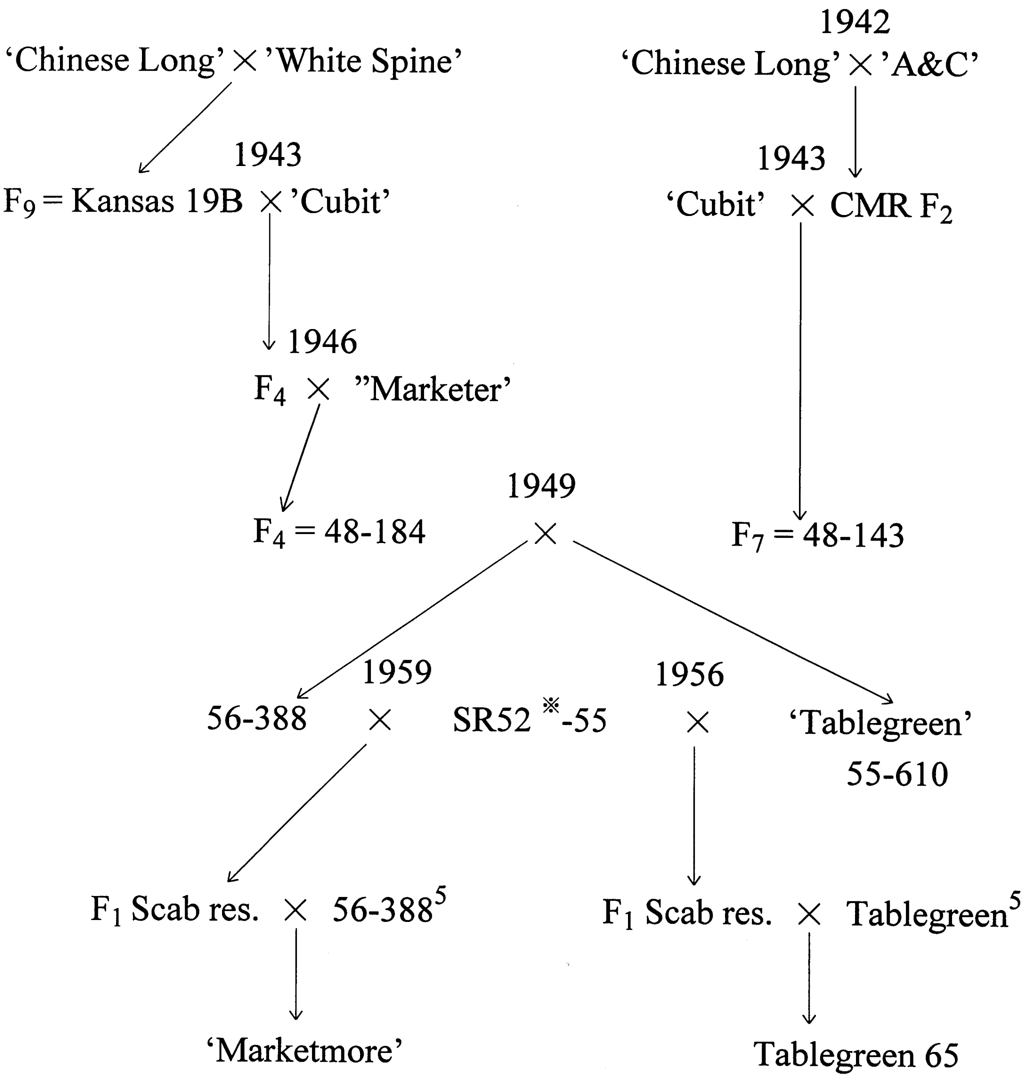
1954 年康乃爾大學 Geneva 試驗場的 D. Dolan 請一批來訪的植物育種家注意來自韓國的胡瓜品種 Shogoin （ PI 220860 ）族群中，有一些植株具有完全開雌花或雌性很高的特性。從 Shogoin 的這些材料中選到一高雌性的單株，在 1954 年冬天於密西根州立大學的溫室內將此一高雌性單株與 Wisconsin SMR18 雜交。經過連續的選拔及回交，終於在 1960 年育成一個全雌性品系 MSU-713-5 。此一全雌性品系被利用作為生產第一個加工胡瓜一代雜交種—Spartan Dawn 之母本。 MSU-713-5 在 1966 年被 Clemson 大學用為親本育成 GY 3 。 MSU-713-5 及 GY 3 這兩個全雌胡瓜品系在美國廣被利用為育成一代雜交種之親本。自此兩品系育成之後，美國的私人種苗公司及政府機關或國外之植物育種家均集中精力開發各類胡瓜一代雜交種的生產。由於加工胡瓜機械採收機研發成功，於是加快加工胡瓜一代雜交種被產業接受的速度，因為胡瓜一代雜交種具有早生，且著果集中，適合機械採收，在 1975 年加工胡瓜機械採收所採用的品種幾全為一代雜交種，在密西根約佔 92％ ，其他各州也快速增加中。全雌性胡瓜育種方法，請參見表 11.。

圖2. 西瓜抗蔓割病品種Dixielee之育成圖（After Crall and Elmstrom, 1979）

Year pollinated:	Spring 1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Year grown :	Fall 1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974



Graybelle: anthracnose resistance
Fairfax : anthracnose resistance
Summit : high-type wilt resistance
WRP : intense red color, firm flesh, and tough rind
W5 = Texas W5 : high-type wilt resistance.



※'Highmoor' × 48-143[4] × 48-189[3]

圖 3. 康乃爾大學育成之抗胡瓜嵌紋病毒(CMV)品種之系譜

參 考 文 獻

1.王堅、蔣有條、林德佩、黃傳賢 1993 西瓜栽培與育種 農業出版社 北京

2.中國農業科學院蔬菜研究所 1987 中國蔬菜栽培學 農業出版社 北京.

3.西南農業大學 1988 蔬菜育種學(第二版) 農業出版社 中國北京.

4.朱耀沂、葉瑩、蕭文鳳、陳秋男 1995 瓜類作物保護技術研討會專刊 國立嘉義農專植物保護科編印 台灣嘉義

5.李伯年 1982 蔬菜育種與採種 茂昌圖書有限公司印行.

6.杜金池、蕭吉雄、楊偉正 1990 園藝作物育種講習會專刊 台灣省農業試驗所專刊第 31 號

7.杜金池、蕭吉雄、楊偉正 1993 台灣蔬菜產業演進四十年專集 台灣省農業試驗所專刊第 36 號

8.周長久 1996 現代蔬菜育種學 科學技術文獻出版社 北京.

9.郁宗雄 1971 無子(三倍體)西瓜生產之理論與實際 科學月刊 2(5):11~13.

10.郁宗雄 1975 台灣西瓜育種成果 科學農業 23(3.4)197~205.

11.新疆甜瓜西瓜資源調查組 1985 新疆甜瓜西瓜志 新疆人民出版社 中國烏魯木齊

12.農友種苗股份有限公司 1995 1995 年海峽兩岸西瓜甜瓜育種研討會專刊 高雄

13.臺灣省政府農林廳 1991 蔬菜作物育種程序及實施方法 台灣南投

14.竹崎喜德、神田武 1934 西瓜品種改良事業成績 奈良縣立農事試驗場 p1~10.

15.Anonymity 1985. Gene list for cucumber. Cucurbit Genetics Cooperative. 8:86~96.

16. Anonymity 1987. Gene list for watermelon. Cucurbit Genetics Cooperative 10:106~110.

17.Bassett, M.J 1986. Breeding Vegetable Crops. The AVI Publishing Comp. INC., Westport, Connecticut. U.S.A.

18.Bates, D.M. and R.W. Robinson, 1990. Biology and Utilization of the Cucurbitaceae, Cornell University Press, Ithaca, NY.

19.Currence, T.M. Vegetable Crops Breeding. Teaching Manual. University of Minnesota.

20.Dunlap, J. and G. Lester, 1994. International Symposium on Cucurbitaceae '94' : Evaluation and Enhancement of Cucurbit Germplasm. South Padre Island, TX. USA.

21.Galun.E, 1973. The use of genetic sex types for hybrid seed production in Cucumis. In: Moor. R. (ed). Agricultural Genetics. John Wiley and Sons, N.Y.

22.Henderson, W.R. 1991. Gene list for watermelon. Cucurbit Genetics Cooperative 14:129~137.

23.IBPGR 1983. Cenetic Resources of Cucurbitaceae. IBPGR. Rome.

24.Kalloo, G. and B.O. Bergh. 1993. Genetic Improvement of Vegetable Crop. Pergamon Press. New York, U.S.A.

25.Kihara. H. 1951. Triploid watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50:217-230.

26.Kubicki. B. 1970. Cucumber hybrid seed production based on gynoecious lines multiplied with the aid of complimentary hermaphroditic lines. Genet. Pol. 11:181~186.

27.Kyle, M.M. 1993. Resistance to Viral Diseases of Vegetables; Genetics and Breeding. Timber Press, Inc. Portland, Oregon.

28.Parris, G.K. 1949. Watermelon Breeding. Econ. Bot. 3:193~212.

29.Peterson, C.E. 1975. Plant introduction in the improvement of vegetable cultivars. HortScience 10(4):575~579.

30.Peterson, C.E. and J.L. Weigle. 1958. A new method for producing hybrid cucumber seed. Michigan Quarterly Bulletin. Vol. 40. No 4.

31.Pierce, L.K. and T.C. Wehner 1989. Gene list for cucumber. Cucurbit Genetics Cooperative 12:91~103.

32.Porter, D.R. 1933. Watermelon Breeding. Hilgardia 7(5):585~624.

33.Rhodes, B. and X. Ehang 1995. Gene list update for cucumber. Cucurbit Genetics Cooperative 16:92~97.

34.Robinson, R.W., H.M. Munger, I.W. Whitaker. and G.W. Bohn. 1976. Genes of the cucurbitaceae. HortScience. 11:554~568.

35.Sitterly, W.R. 1973. Cucurbits: In R.R. Nelson (ed.). Breeding Plants for Disease Resistance. p287~306. The Pennsylvania Stata University Press. University Park. Penn.

36.Tolla, G.E. and C.E. Peterson. 1979. Comparison of gibberellin A4/A7 and silver nitrate for induction of staminate flowers in a gynoecious cucumber line. HortScience. 14:542~544.

37.Wehner, T.C. 1988. Survey of cucumber breeding methods in the U.S.A. Cucurbit Genetics Cooperative 11:9~12.

38. Wehner, T.C. 1993. Gene list update for cucumber. Cucurbit Genetics Cooperative 16:92~97.

39.Wehner, T.C. and J.E. Staub 1997. Gene list for cucumber. Cucurbit Genetics Cooperative 20:66~88.

40.Whitaker, T.W. and G.N. Davis. 1962. Cucurbits – Botany, Cultivation and Utilization. Interscience Publishers, Inc., N.Y.